

# Pemodelan Proporsi Kasus Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) bagian Atas pada Balita di Kabupaten Gresik dengan Geographically Weighted Regression

Ratna Nurul Hidayah, Sri Pingit Wulandari, dan Setyo Pramono

Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh

Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: [sri\\_pingit@statistika.its.ac.id](mailto:sri_pingit@statistika.its.ac.id)

**Abstrak**—Industrialisasi yang meningkat tiap tahunnya di Kabupaten Gresik memberikan dampak negatif bagi masyarakat sekitarnya yaitu polusi/pencemaran yang ditimbulkan oleh industri dapat mengganggu kondisi kesehatan masyarakat di sekitarnya, salah satunya adalah penyakit ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut) yang disebabkan tingginya polusi udara yang ditimbulkan oleh perusahaan-perusahaan yang dekat dengan pemukiman. Tingginya proporsi kasus ISPA diduga juga dipengaruhi oleh faktor lainnya seperti fasilitas kesehatan dan perilaku tiap rumah tangga. Pemodelan dengan menggunakan analisis regresi linear berganda dilakukan saat diuji secara parsial, variabel persentase kepadatan penduduk dan persentase balita yang mendapatkan ASI eksklusif yang berpengaruh signifikan pada model sehingga diduga terdapat aspek spasial yang mempengaruhi. Pengujian aspek spasial pada pemodelan ini tidak terpenuhi, proporsi kasus ISPA bagian atas pada balita tidak memiliki heterogenitas spasial atau dependensi spasial. Model GWR lebih baik daripada model regresi linear berganda karena memiliki nilai AIC minimum dan  $R^2$  yang maksimum. Berdasarkan variabel yang signifikan untuk tiap kecamatan terbentuk pengelompokan kecamatan yang memiliki kesamaan variabel yang berpengaruh terdapat 7 kelompok yang terbentuk.

**Kata Kunci**—AIC, GWR, ISPA, Regresi Linear

## I. PENDAHULUAN

Setiap tahunnya industrialisasi di Kabupaten Gresik makin berkembang pesat, pada tahun 2012 tercatat sebanyak 166 industri besar dan 346 industri sedang [1]. Perkembangan ini tentunya memiliki dampak yang positif dan negatif bagi masyarakat di sekitarnya. Dampak positif adanya perkembangan yang pesat dari industrialisasi bagi masyarakat adalah banyaknya lowongan kerja baik tetap maupun tidak sehingga dapat menekan angka pengangguran dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Untuk dampak negatifnya adalah polusi/pencemaran yang ditimbulkan oleh industri tersebut secara tidak langsung dapat mengganggu kondisi kesehatan masyarakat di sekitarnya, salah satunya adalah penyakit ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut) yang disebabkan tingginya polusi udara yang ditimbulkan oleh perusahaan-perusahaan yang dekat dengan pemukiman. Proporsi kasus Infeksi Akut Lain pada Saluran Pernapasan Atas pada tahun 2013 di kabupaten

gresik menunjukkan angka yang sangat tinggi, sebanyak 101.227 kasus. Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) merupakan infeksi yang terdapat pada saluran nafas atas maupun saluran nafas bagian bawah. Penyakit infeksi ini dapat menyerang semua umur, tetapi bayi dan balita paling rentan untuk terinfeksi penyakit ini. Penularan mikroorganisme penyebab ISPA tersebut dapat melalui saluran pernafasan atas dengan cara menghirup udara bebas yang sudah terkontaminasi kemudian masuk ke dalam rongga hidung dan juga tenggorokan dan menempel disana.

Untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh dalam peningkatan proporsi kasus penyakit ISPA, dilakukan pemodelan dengan menggunakan analisis regresi linear berganda. Keragaman karakteristik antar wilayah di Kabupaten Gresik menentukan kualitas kesehatan di wilayah tersebut, sehingga diperlukan suatu metode pemodelan statistik yang memperhitungkan aspek spasial. Salah satu metode yang digunakan ialah Geographically Weighted Regression (GWR) yang diharapkan dapat menghasilkan model yang lebih spesifik mengenai proporsi kasus penyakit ISPA.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Statistika deskriptif dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu ukuran pemusatan data dan ukuran penyebaran data. Ukuran pemusatan data yang umumnya sering digunakan adalah rata-rata, median, dan modus. Untuk ukuran penyebaran data yang paling sering digunakan adalah keragaman dan range. Keragaman merupakan nilai yang menunjukkan variansi dari data. [2]

### B. Regresi Linear

Metode regresi adalah metode yang digunakan untuk menyatakan pola hubungan antara satu variabel respon dan satu atau lebih variabel prediktor. Apabila variabel prediktor berjumlah lebih dari satu maka digunakan analisis regresi linier berganda. Model persamaan regresi untuk pengamatan sebanyak  $n$  dengan variabel prediktor ( $X$ ) sebanyak  $p$  maka dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut [3]

$$y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ki} + \varepsilon_i ; i = 1, 2, \dots, n \quad (2.1)$$

dengan

$y_i$  = nilai observasi variabel respon ke- $i$   
 $x_{ik}$  = nilai observasi variabel prediktor ke- $k$  pada pengamatan ke- $i$   
 $\beta_0$  = nilai *intercept* model regresi  
 $\beta_k$  = koefisien regresi variabel prediktor ke- $k$   
 $\varepsilon_i$  = error pada pengamatan ke- $i$  dengan asumsi independen, identik, dan berdistribusi normal dengan mean nol dan varians konstan  $\sigma^2$   
 Model regresi linear berganda dapat ditulis sebagai berikut [4].

$$y = X\beta + \varepsilon \quad (2.2)$$

dengan

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{p1} & x_{p2} & \dots & x_{pn} \end{bmatrix}, \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix}, \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

### C. Pengujian Aspek Spasial

Pengujian dependensi spasial dilakukan untuk melihat apakah pengamatan di suatu lokasi berpengaruh terhadap pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Pengujian dependensi spasial dapat dilakukan dengan uji Moran's I, hipotesis dari pengujian ini adalah sebagai berikut

$H_0 : \lambda = 0$  ( tidak ada dependensi spasial)

$H_1 : \lambda \neq 0$  ( ada dependensi spasial)

Statistik uji :

$$Z_I = \frac{I - E(I)}{\sqrt{Var(I)}} \quad (2.3)$$

Dimana :  $I = \frac{e^t W e}{e^t e}$

$e$  = vektor residual pada regresi linear

$W$  = matriks pembobot spasial

$\lambda$  = korelasi spasial

Daerah Kritis : Tolak  $H_0$  jika  $|Z_I| > Z_{\alpha/2}$  dengan  $\alpha$  adalah tingkat signifikansi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat karakteristik atau keunikan sendiri di setiap lokasi pengamatan. Adanya heterogenitas spasial dapat menghasilkan parameter regresi yang berbeda beda di setiap lokasi pengamatan. Heterogenitas spasial dapat diuji dengan menggunakan statistik uji Breusch-Pagan yang mempunyai hipotesis sebagai berikut :

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2$  (homoskedastisitas)

$H_1 : \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$  (heteroskedastisitas)

Statistik Uji :  $BP = \left(\frac{1}{2}\right) f^T Z (Z^T Z)^{-1} Z^T f$  ; dengan

elemen vektor  $f$  adalah  $f_i = \left(\frac{e_i^2}{\sigma^2} - 1\right)$  dimana  $e_i$  merupakan residual *least square* untuk observasi ke- $i$  dan  $Z$  merupakan matriks berukuran  $n \times (p+1)$  yang berisi vektor yang sudah dinormalstandartkan untuk tiap observasi.

Daerah Kritis : Tolak  $H_0$  jika  $BP > \chi^2_{\alpha; p}$

### D. Geographically Weighted Regression

Model Geographically Weighted Regression (GWR) adalah pengembangan dari model regresi dimana setiap parameter dihitung pada setiap titik lokasi, sehingga setiap titik lokasi geografis mempunyai nilai parameter regresi yang berbeda-beda. Model GWR dapat ditulis sebagai berikut[3]

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i) x_{ki} + \varepsilon_i \quad (2.4)$$

Dimana :  $i=1,2,\dots,n$

$y_i$  : Nilai observasi variabel respon untuk lokasi ke- $i$

$x_{ik}$  : Nilai observasi variabel predictor ke- $k$  pada lokasi pengamatan ke- $i$ ,  $k=1,2,\dots,p$

$\beta_0(u_i, v_i)$  : Nilai *intercept* model regresi GWR

$\beta_k(u_i, v_i)$  : Koefisien regresi variabel predictor ke- $k$  pada lokasi pengamatan ke- $i$

$(u_i, v_i)$  : Koordinat letak geografis (lintang, bujur) dari lokasi pengamatan ke- $i$

$\varepsilon_i$  : Error pengamatan ke- $i$  yang diasumsikan identik, independen dan berdistribusi normal dengan mean nol dan varian konstan  $\sigma^2$

Parameter model GWR berbeda-beda pada setiap lokasi, hal ini berbeda dengan regresi global yang nilai parameter modelnya konstan.

Proses penaksiran parameter model GWR di suatu titik  $(u_i, v_i)$  membutuhkan pembobot spasial dimana pembobot yang digunakan adalah Fungsi kernel gauss.

Fungsi Kernel Gauss

$$w_{ij} = \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right) \quad (2.5)$$

dimana

$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$  adalah jarak euclidean antara lokasi  $(u_i, v_i)$  dengan lokasi  $(u_j, v_j)$  dan  $b$  adalah nilai bandwidth optimum pada tiap lokasi.

Bandwidth digunakan sebagai dasar menentukan bobot setiap pengamatan terhadap model regresi pada lokasi tersebut. Metode yang digunakan untuk menentukan bandwidth optimum ialah menggunakan metode Cross Validation (CV) yang dirumuskan sebagai berikut:

$$CV(b) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(b))^2 \quad (2.6)$$

Dimana

$\hat{y}_{\neq i}(b)$  : merupakan nilai estimasi  $y_i$  dimana lokasi

ke- $(u_i, v_i)$  tidak dimasukkan dari proses estimasi

Pengujian parameter model GWR ada 2 macam, diantaranya adalah sebagai berikut

1. Uji kesamaan antara model regresi linear dengan model GWR

Pengujian parameter pertama yang harus dilakukan adalah uji kesamaan antara model regresi linear berganda dengan model GWR. Hipotesis untuk pengujian ini adalah

$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k ; i=1,2,\dots,n \quad k=0,1,2,\dots,p$

$H_1$ : paling tidak ada satu  $\beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k$

Terdapat berbagai statistik uji yang dapat digunakan untuk membandingkan model GWR dengan Regresi Linear. Statistik uji yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

➤ Leung, Mei and Zhang F1 Test

$$\text{Statistik uji: } F_{hit} = \frac{SSE_{GWR}/\delta_1}{SSE_{OLS}/n-p-1} \quad (2.9)$$

Daerah penolakan: tolak  $H_0$  jika  $F_{hit} < F_{(1-\alpha, (\delta_1^2/\delta_2), n-p-1)}$

atau jika  $p\text{-value} < \alpha$

2. Uji Parsial model GWR

Uji ini dilakukan untuk mengetahui parameter mana saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel responnya untuk tiap lokasi. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian parsial parameter model GWR yaitu.

$$H_0: \beta_k(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1: \beta_k(u_i, v_i) \neq 0$$

Dengan statistik uji  $T = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{\hat{\sigma} \sqrt{g_{kk}}}$ , matrik varian

didapatkan dari kovarian  $\mathbf{GG}^T \sigma^2$  dengan  $g_{kk}$  adalah elemen diagonal ke-k dari matrik  $\mathbf{GG}^T$ , dimana  $\mathbf{G} = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i)$

Dimana daerah kritis adalah Tolak  $H_0$  jika nilai  $|t_{hit}| > t_{(\alpha/2; \frac{\delta_1^2}{\delta_2})}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$  dengan  $\alpha$  adalah tingkat signifikansi dan  $\delta_1 = tr(R_1)$ ,  $\delta_2 = tr(R_1^2)$ .

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder dari Dinas Kesehatan Kabupaten Gresik dan Badan Pusat Statistik Kabupaten Gresik. Penelitian ini menggunakan data Jumlah kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut Atas pada tahun 2013 dengan unit analisis adalah kecamatan di Kabupaten Gresik, terdapat sebanyak 18 unit pengamatan pada penelitian ini. Analisis data menggunakan software GWR 4.0.

#### B. Variabel Penelitian

Variabel yang diteliti dalam tugas akhir ini merupakan faktor-faktor lingkungan, kesehatan dan perilaku rumah tangga yang diduga berpengaruh dalam Proporsi Kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut bagian atas pada balita di kabupaten Gresik. Adapun variabel penelitian yang digunakan terangkum pada tabel 1

**Tabel 1** Variabel Penelitian

Variabel	Nama
<b>Y</b>	Proporsi Kasus ISPA bagian Atas pada balita
<b>X<sub>1</sub></b>	Jumlah Industri besar
<b>X<sub>2</sub></b>	Jumlah Industri sedang
<b>X<sub>3</sub></b>	Jumlah Puskesmas
<b>X<sub>4</sub></b>	Persentase Rumah Sehat
<b>X<sub>5</sub></b>	Persentase Rumah Tangga berperilaku Bersih dan Sehat
<b>X<sub>6</sub></b>	Persentase Kepadatan Penduduk
<b>X<sub>7</sub></b>	Persentase Balita Gizi Buruk
<b>X<sub>8</sub></b>	Persentase Balita yang Mendapat ASI Eksklusif
<b>u<sub>i</sub></b>	Koordinat lintang
<b>v<sub>i</sub></b>	Koordinat bujur

Koordinat lintang dan bujur diperoleh dari google map, dengan menempatkan pusat industri di kecamatan kebomas sebagai pusatnya, kemudian ditarik ke tiap kantor kecamatan lainnya sehingga diperoleh nilai lintang dan bujur untuk tiap kecamatan dengan rentang 0,038-0,2850

#### C. Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data proporsi kasus penyakit ISPA di Kabupaten Gresik tahun 2013 serta faktor-faktor yang mempengaruhinya
2. Mendeskripsikan proporsi kasus penyakit ISPA di Kabupaten Gresik serta faktor-faktor yang mempengaruhinya
3. Mendapatkan model terbaik pada pemodelan proporsi kasus penyakit ISPA di Kabupaten Gresik dengan Regresi Linear dan GWR dengan kriteria AIC, langkah-langkahnya sebagai berikut:
  - i. Mendeteksi dan mengatasi kasus multikolinearitas
  - ii. Melakukan pemodelan proporsi kasus penyakit ISPA di Kabupaten Gresik dengan Regresi Linear, langkah-langkahnya sebagai berikut:
    - a. Menghitung nilai penaksir parameter model Regresi Linear
    - b. Melakukan pengujian parameter secara serentak dan parsial
  - iii. Melakukan pengujian aspek spasial, uji dependensi serta heterogenitas spasial pada proporsi kasus penyakit ISPA di Kabupaten Gresik
  - iv. Melakukan pemodelan GWR pada proporsi kasus penyakit ISPA di Kabupaten Gresik dengan langkah-langkah:
    - a. Menghitung jarak *euclidian* antar lokasi pengamatan berdasarkan posisi geografis. Jarak *euclidian* antara lokasi i yang terletak pada koordinat  $(u_i, v_i)$  terhadap lokasi j yang terletak pada koordinat  $(u_j, v_j)$
    - b. Menentukan Bandwidth optimum dengan kriteria CV
    - c. Menentukan Pembobot yang optimum dengan fungsi pembobot kernel gauss
    - d. Menghitung nilai penaksir parameter model GWR
    - e. Menguji parameter GWR (uji kesesuaian dan uji parsial)
  - v. Membandingkan nilai AIC Model Regresi Global/Linear dengan model GWR, nilai AIC yang minimum merupakan model yang terbaik

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisis Statistika Deskriptif

**Tabel 1** Statistika Deskriptif dari Semua Variabel

Variabel	Rata-rata	Varsians	Minimum	Maksimum
<b>Y</b>	0,1495	0,008	0,008	0,3642
<b>X<sub>1</sub></b>	9,22	205,24	0	46
<b>X<sub>2</sub></b>	19,22	794,77	0	120
<b>X<sub>3</sub></b>	1,778	0,418	1	3
<b>X<sub>4</sub></b>	88,05	0,0864	87,713	88,806
<b>X<sub>5</sub></b>	66,81	251,33	42,72	97,99
<b>X<sub>6</sub></b>	5,56	107,45	1,44	46,43
<b>X<sub>7</sub></b>	0,2509	0,0217	0	0,55
<b>X<sub>8</sub></b>	66,61	163,96	39,07	88,24

Tabel 1 menunjukkan bahwa Proporsi kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut bagian Atas pada balita di Kabupaten Gresik pada tahun 2013 bervariasi, ada kecamatan yang ditemukan memiliki proporsi yang kecil

namun ada juga yang proporsiya besar. Kecamatan Gresik merupakan kecamatan yang memiliki proporsi kasus ISPA paling tinggi yaitu sebesar 0,3642 sedangkan Kecamatan Sidayu merupakan kecamatan yang memiliki proporsi kasus ISPA paling rendah yaitu sebesar 0,008. Nilai *varians*nya kecil yaitu 0,008, ini menunjukkan bahwa antar kecamatan di kabupaten Gresik tidak begitu bervariasi proporsi kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut bagian atas pada balita.

### B. Regresi Linear

Tidak ditemukan kasus multikolinearitas antar variabel prediktor sehingga kedelapan variabel prediktor dapat digunakan dalam pemodelan regresi linear. Nilai estimasi parameter yang telah diperoleh lalu diuji signifikansi parameter secara serentak dan parsial untuk mengetahui signifikansi pengaruh dari variabel prediktor yang digunakan tersebut. Untuk uji serentak, hipotesisnya adalah.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = 0$$

$$H_1: \text{paling sedikit ada satu } \beta_k \neq 0 \\ \text{dengan } j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$$

### Statistik Uji

**Tabel 2** Analisis Varian Model Regresi Linier Berganda

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F	p-value
Regresi	8	0,09319	0,011649	2,48	0,099
Error	9	0,042217	0,004691		
Total	17	0,135407			

Berdasarkan tabel 2, nilai F yang diperoleh sebesar 2,48 dan  $p\text{-value} = 0,099$ . Pada taraf signifikansi 10%, nilai

$F_{(0,1;8;9)} = 2,47$ . Karena nilai  $F_{\text{hitung}} < F_{(0,1;8;9)}$  dan  $p\text{-value}$  maka diambil keputusan tolak  $H_0$  yang berarti bahwa pemodelan dengan menggunakan regresi linear berganda secara serentak menghasilkan parameter yang signifikan. Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) adalah 61,1% yang berarti bahwa model regresi dapat menjelaskan variabilitas proporsi infeksi saluran pernapasan akut pada balita sebesar 61,1% sedangkan sisanya 38,9% dijelaskan oleh variabel lainnya di luar model.

Berikut merupakan hipotesis uji parsial parameter regresi linear berganda :

$$H_0: \beta_k = 0 \text{ (pengaruh variabel ke-k tidak signifikan)}$$

$$H_1: \beta_k \neq 0 \text{ (pengaruh variabel ke-k signifikan)}$$

**Tabel 3** Estimasi Parameter Regresi Linear Berganda

Parameter	Estimasi	T	P
$\beta_0$	6,612	0,86	0,41
$\beta_1$	-0,00241	-0,79	0,452
$\beta_2$	-0,00029	-0,1	0,926
$\beta_3$	0,01186	1,02	0,333
$\beta_4$	-0,07679	-0,89	0,398
$\beta_5$	-0,00174	-1,48	0,173
$\beta_6$	0,004284	2,46	0,036
$\beta_7$	-0,0517	-0,29	0,777
$\beta_8$	0,005313	3,23	0,01

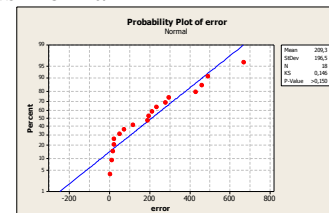
Berdasarkan Tabel 3 diketahui  $P\text{-value}$  dari semua parameter lebih besar dari  $\alpha = 0,10$  kecuali  $\beta_5, \beta_6$  dan  $\beta_8$ . Selain itu, nilai dari  $|T_{\text{hit}}|$  semua parameter lebih kecil

dari  $T_{\alpha; n-p-1} = T_{0,1;9} = 1,383$  kecuali  $|T_{\text{hit}}|$  dari  $\beta_5, \beta_6$  dan  $\beta_8$ . Dengan demikian diambil keputusan gagal tolak  $H_0$  untuk semua parameter kecuali  $\beta_5, \beta_6$  dan  $\beta_8$  (variabel persentase rumah tangga berperilaku bersih dan sehat, persentase kepadatan penduduk dan persentase balita yang mendapatkan ASI eksklusif) yang berarti parameter  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_7$  tidak signifikan jika diuji secara parsial pada taraf signifikansi  $\alpha = 10\%$ .

Pengujian asumsi residual dilakukan untuk mengetahui apakah residual yang dihasilkan dari pemodelan regresi linear berganda mengikuti distribusi normal, independen atau tidak terdapat autokorelasi, dan identik atau tidak terdapat heteroskedastisitas. Untuk mengetahui apakah residual mengikuti distribusi normal atau tidak maka dilakukan uji Kolmogorov Smirnov dengan hipotesis sebagai berikut

$H_0$  : data sampel berasal dari populasi berdistribusi normal

$H_1$  : data sampel tidak berasal dari populasi berdistribusi normal



**Gambar 1** Probability Plot Residual Model Regresi Linear

Pada taraf signifikansi  $\alpha = 5\%$  didapatkan  $p\text{-value} > 0,150$  maka gagal tolak  $H_0$  karena  $p\text{-value} > \alpha$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa residual yang dihasilkan model regresi linear berganda mengikuti distribusi normal.

Residual dari model regresi juga harus mengikuti asumsi independen atau tidak adanya kasus autokorelasi. Pengujian asumsi residual independen model regresi dilakukan dengan uji Durbin-Watson dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0: \rho = 0 \text{ (residual independen)}$$

$$H_1: \rho \neq 0 \text{ (residual tidak independen)}$$

Berdasarkan pengujian dengan menggunakan Minitab diperoleh nilai statistik uji Durbin Watson sebesar 2,43484 dan diperoleh nilai  $d_L$  0,407 serta  $d_U$  2,668 dari table sehingga dapat diputuskan bahwa residual independen karena  $4 - d_U < d < d_U$ .

Pengujian homogenitas *varians* residual regresi OLS dapat dilakukan dengan cara meregresikan nilai  $|residual|$  dari model awal dengan semua variabel prediktor yang digunakan. Hasilnya menunjukkan bahwa semua variabel prediktor kecuali variabel jumlah puskesmas ( $X_3$ ) dan persentase balita gizi buruk ( $X_7$ ) memiliki  $p\text{-value} > \alpha$  sehingga dapat dikatakan bahwa  $X_3$  dan  $X_7$  berpengaruh pada taraf signifikansi  $\alpha = 10\%$  sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi *varians* residual homogen (identik) tidak terpenuhi. Asumsi residual identik tidak terpenuhi maka analisis dilanjutkan ke *Geographically Weighted Regression* (GWR) karena diduga ada aspek spasial yang mempengaruhi.

### C. Pengujian Aspek Spasial

Sebelum melakukan pemodelan GWR, perlu dilakukan uji aspek spasial yang berupa uji dependensi serta heterogenitas spasial.

**Tabel 4** Hasil Uji Spasial

Uji Aspek Spasial	p-value
Dependensi Spasial	0,1911
Heterogenitas Spasial	0,1259

Pada taraf signifikansi  $\alpha = 10\%$  dengan  $Z_{0,05} = 1,64$  didapatkan hasil  $Z_1 = 1,3072$  dan  $p\text{-value} = 0,1911$  sehingga  $Z_1 < Z_{0,05}$  dan  $p\text{-value} > \alpha$  maka gagal tolak  $H_0$  yang berarti tidak terdapat dependensi spasial pada proporsi balita yang menderita Infeksi Saluran Pernapasan Akut bagian atas serta faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya.

Heterogenitas spasial dapat diuji dengan menggunakan statistik uji Breusch-Pagan yang mempunyai hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 \text{ (homoskedastisitas)}$$

$$H_1 : \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2 \text{ (heteroskedastisitas)}$$

Pada taraf  $\alpha = 10\%$  dihasilkan nilai  $p\text{-value}$  sebesar 0.1259 dan statistik uji BP = 12,6118 sehingga  $p\text{-value} < \alpha$  dan BP >  $\chi^2_{0,1;8}$  (12,6118 < 13,362) maka Gagal tolak  $H_0$  yang berarti varians di tiap lokasi sama (homogen).

#### D. Geographically Weighted Regression

Tabel 5 merupakan hasil perbandingan penaksiran parameter model regresi linear berganda dan model GWR.

**Tabel 5** Perbandingan Estimasi Parameter model GWR dan Regresi Global

Estimasi GWR				Global
Parameter	Min	Median	Maks	Estimasi
$\beta_0$	-0,04881	0,180614	1,568665	0,151896
$\beta_1$	-0,49353	-0,0867	0,216597	-0,02008
$\beta_2$	-0,20821	-0,03336	0,551181	-0,00231
$\beta_3$	-0,20094	0,057016	1,296821	0,023208
$\beta_4$	-0,15531	-0,05792	0,006565	-0,02188
$\beta_5$	-0,07273	-0,00156	0,241577	-0,02682
$\beta_6$	-0,95057	0,047561	5,025879	0,043078
$\beta_7$	-0,43935	-0,00045	0,351489	-0,00732
$\beta_8$	-0,1752	0,06118	1,73018	0,066037

Nilai  $R^2$  pemodelan GWR diperoleh sebesar 99,9924%, hal ini berarti sebanyak 99,9924% variabel respon dapat dijelaskan oleh variabel prediktor. Jika dibandingkan dengan  $R^2$  pemodelan dengan regresi linier berganda diperoleh sebesar 61,1%, maka untuk sementara pemodelan dengan GWR dikatakan lebih baik. Setelah menaksir parameter untuk model GWR, selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap parameter model GWR.

Pengujian parameter pertama yang harus dilakukan adalah uji kesamaan antara model regresi linear dengan model GWR. Untuk mengetahui apakah model GWR menghasilkan model yang lebih baik dari model linear. Hipotesis untuk pengujian ini adalah

$$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k ; i=1,2,\dots,n \quad k=0,1,2,\dots,p$$

$$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k$$

Pada taraf  $\alpha = 10\%$  didapatkan nilai  $F_{0,1;8,997;9} = 2,44$  dan statistik uji  $F = 1,1617$  maka tolak  $H_0$  karena nilai  $F < F_{0,1;8,997;9}$  sehingga dapat dikatakan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara model GWR dan model regresi linear.

Selanjutnya dilakukan uji parsial untuk mengetahui parameter mana saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel responnya untuk tiap lokasi. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian parameter model GWR yaitu.

$$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq 0$$

Pada taraf signifikansi  $\alpha = 10\%$  didapatkan nilai  $t_{\alpha/2;p} = t_{0,05;8} = 1,838$ , parameter yang signifikan untuk tiap lokasi terangkum pada tabel 6.

**Tabel 6** Variabel Signifikan di Tiap Kecamatan

Kecamatan	Variabel Signifikan
Wringinanom	-
Driyorejo	-
Kedamean	-
Menganti	-
Cerme	$X_6$
Benjeng	-
Balongpanggang	-
Duduksampeyan	$X_4, X_6$
Kebomas	$X_1, X_2, X_4$
Gresik	$X_1, X_2, X_4$
Manyar	$X_1, X_8$
Bungah	$X_1, X_3, X_6, X_8$
Sidayu	$X_6, X_8$
Dukun	$X_8$
Panceng	$X_8$
Ujungpangkah	$X_8$
Sangkapura	$X_8$
Tambak	$X_8$

Ringkasan nilai estimasi parameter model GWR di masing-masing kecamatan dapat dilihat pada tabel 7.

**Tabel 7** Estimasi Parameter GWR untuk tiap Lokasi

Kecamatan	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$
Wringinanom	1,568665	-0,49353	-0,09741
Driyorejo	0,459635	0,21659	0,442371
Kedamean	0,688916	0,197271	0,551181
Menganti	0,262965	-0,06732	-0,20821
Cerme	0,153617	-0,03898	-0,06368
Benjeng	0,171122	-0,06716	-0,19689
Balongpanggang	0,820081	0,093885	0,45383
Duduksampeyan	0,12797	-0,082	-0,04543
Kebomas	0,139564	-0,0914	-0,09003
Gresik	0,139051	-0,09203	-0,08963
Manyar	0,155499	-0,11194	-0,04389
Bungah	0,14994	-0,14313	-0,02282
Sidayu	0,190105	-0,06753	0,06836
Dukun	0,105709	-0,09666	0,233039
Panceng	0,489201	-0,04149	-0,10141
Ujungpangkah	-0,04881	-0,24903	0,447849
Sangkapura	0,314186	-0,1096	0,078001
Tambak	0,360508	-0,09185	0,029526

**Tabel 7** Estimasi Parameter GWR untuk tiap Lokasi (lanjutan)

Kecamatan	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$
Wringinanom	-0,11719	-0,08184	0,063164
Driyorejo	1,096683	-0,04217	0,234639
Kedamean	1,296821	-0,02742	0,241577
Menganti	-0,11221	-0,13522	0,180411
Cerme	-0,04364	-0,1011	0,008721
Benjeng	-0,20094	-0,11744	0,08113
Balongpanggang	1,084563	-0,03556	0,214754
Duduksampeyan	0,054329	-0,13915	-0,05145
Kebomas	0,034747	-0,15484	-0,06855
Gresik	0,03525	-0,15531	-0,06832
Manyar	0,087826	-0,07367	-0,07273
Bungah	0,097938	-0,07429	-0,05199
Sidayu	0,061186	-0,02864	-0,03493
Dukun	0,073225	-0,01796	-0,0215
Panceng	0,024264	0,006565	-0,00424



Ujungpangkah	0,13248	-0,03256	0,005217
Sangkapura	0,059703	-0,00616	-0,00115
Tambak	0,050362	-0,00278	-0,00197

Tabel 7 Estimasi Parameter GWR untuk tiap Lokasi (lanjutan)

Kecamatan	$\beta_6$	$\beta_7$	$\beta_8$
Wringinanom	5,025879	0,326111	0,385559
Driyorejo	0,47037	-0,347643	1,426412
Kedamean	1,273269	-0,439348	1,73018
Menganti	0,006276	0,351489	-0,04009
Cerme	0,04706	0,08162	-0,01819
Benjeng	-0,08071	0,276874	-0,1752
Balongpanggang	1,833438	-0,324622	1,528079
Duduksampeyan	0,061448	0,028795	0,014058
Kebomas	0,043996	0,075612	-0,02886
Gresik	0,04439	0,075209	-0,02864
Manyar	0,036024	0,032097	0,073386
Bungah	0,048063	0,0099	0,065466
Sidayu	0,039286	-0,021121	0,077359
Dukun	-0,36557	-0,034279	0,080117
Panceng	1,197586	-0,010805	0,059436
Ujungpangkah	-0,95057	-0,034441	0,062078
Sangkapura	0,494608	-0,01852	0,060282
Tambak	0,684021	-0,016448	0,060055

Berdasarkan variabel yang signifikan untuk tiap kecamatan terbentuk pengelompokan kecamatan yang memiliki kesamaan variabel yang berpengaruh terhadap proporsi kasus ISPA bagian atas pada balita di Kabupaten Gresik, terdapat 7 kelompok yang terbentuk. Pengelompokan kecamatan yang memiliki kesamaan variabel yang berpengaruh terhadap proporsi kasus ISPA bagian atas pada balita di Kabupaten Gresik terangkum dalam tabel 8

Tabel 8 Pengelompokan Kecamatan

Kelompok	Kecamatan	Variabel Signifikan
1	Wringinanom, Kedamean, Menganti, Driyorejo, Benjeng, Balongpanggang	-
2	Cerme	$X_6$
3	Dukun, Panceng, Ujung Pangkah, Tambak, Sangkapura	$X_8$
4	Manyar	$X_1, X_8$
5	Duduk Sampeyan	$X_4, X_6$
6	Sidayu	$X_6, X_8$
7	Kebomas, Gresik	$X_1, X_2, X_4$

Model GWR merupakan model yang layak digunakan untuk menggambarkan persebaran proporsi kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut Atas pada balita di kabupaten Gresik. Berikut contoh Model GWR kecamatan Gresik

$$\hat{Y} = 0,139051 - 0,09203X_1 - 0,08963X_2 + 0,03525X_3 - 0,15531X_4 - 0,06832X_5 + 0,04439X_6 + 0,075209X_7 - 0,02864X_8$$

Kesimpulan yang diperoleh model untuk proporsi infeksi saluran pernapasan akut bagian atas pada balita di kecamatan tersebut yaitu untuk setiap kenaikan 1 unit satuan jumlah industri besar ( $X_1$ ), proporsi kasus ISPA yang terjadi akan menurun sebanyak 0,09203 bila faktor lain tetap. Untuk setiap kenaikan 1 unit satuan jumlah industri sedang ( $X_2$ ), proporsi kasus ISPA bagian atas pada balita akan menurun sebanyak 0,08963 bila faktor lain tetap. Proporsi kasus ISPA bagian atas pada balita akan turun sebesar 0,15531 kasus bila persentase rumah sehat naik ( $X_4$ ) sebesar 1 persen dan faktor lain tetap. Proporsi kasus ISPA bagian atas pada balita di Kecamatan Gresik dapat berkurang jumlahnya apabila persentase rumah sehat ditingkatkan.

Untuk mengetahui model mana yang terbaik perlu dilakukan pemilihan model terbaik dari kedua model, model regresi linear berganda dan model GWR. Kriteria yang digunakan untuk pemilihan model terbaik ini adalah nilai AIC dari tiap model, model terbaik adalah model dengan nilai AIC yang minimum.

Tabel 9 Nilai AIC Model Regresi Global dan GWR

Model	AIC
Regresi Goblal	-37,912494
GWR	-169,642

Berdasarkan nilai AIC pada tabel 9, model GWR memiliki nilai AIC yang minimum sehingga dapat dikatakan bahwa model GWR merupakan model yang terbaik.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari analisis penelitian ini adalah

1. Proporsi kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut bagian Atas pada balita di Kabupaten Gresik pada tahun 2013 bervariasi, ada kecamatan yang ditemukan memiliki proporsi yang kecil namun ada juga yang proporsinya besar. Kecamatan Gresik merupakan kecamatan yang memiliki proporsi kasus ISPA paling tinggi yaitu sebesar 0,3642 sedangkan Kecamatan Sidayu merupakan kecamatan yang memiliki proporsi kasus ISPA paling rendah yaitu sebesar 0,008.
2. Data yang digunakan dalam pemodelan tidak memenuhi aspek spasial, dilakukan pemodelan dengan GWR dengan fungsi pembobot kernel Gaussian. Berdasarkan uji kesesuaian model regresi linear dan model GWR diperoleh hasil bahwa model regresi linear dan model GWR tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Berdasarkan hasil pemodelan dengan GWR diperoleh model yang berbeda-beda untuk tiap kecamatan. Berdasarkan variabel yang signifikan untuk tiap kecamatan terbentuk pengelompokan kecamatan yang memiliki kesamaan variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kasus ISPA pada balita di Kabupaten Gresik, terdapat 7 kelompok yang terbentuk. Model GWR memiliki nilai AIC yang minimum yaitu sebesar -169,462 sehingga dapat dikatakan bahwa model GWR merupakan model yang terbaik jika dibandingkan dengan model regresi linear berganda.

Saran yang dapat diberikan adalah untuk penelitian selanjutnya, gunakan variabel dari aspek lain selain aspek lingkungan, fasilitas kesehatan dan perilaku walaupun nilai  $R^2$  lebih besar dibanding regresi linear ada kemungkinan bahwa masih ada variabel-variabel lain yang belum menjelaskan kejadian ISPA pada balita. Selain itu, pemilihan metode pembobotan juga mempengaruhi hasil yang diperoleh.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS Kabupaten Gresik. (2013). *Gresik Dalam Angka 2013*. <http://gresikkab.go.id/data/GDA/GDA%20%202013.pdf>
- [2] Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Statistika* (3rd ed.). B. Sumantri (Penerj.). Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [3] A.S. Fotheringham, C. Brundson, dan M.E. Charlton, *Geographically Weighted Regression : The Analysis of Spatially Varying Relationship*. England: John Wiley and Sons Ltd., (2002).
- [4] Draper, N. R., & Smith, H. (1981). *Applied Regression Analysis Second Edition*. New York: Joh Wiley & Sons, Inc.